

Name	
Vorname	
Legi-Nr.	

Übung 9: Kettengetriebe

Voraussetzungen: Zugmittelgetriebe

Problemstellung

Ein Förderband soll mittels eines Kettengetriebes angetrieben werden.

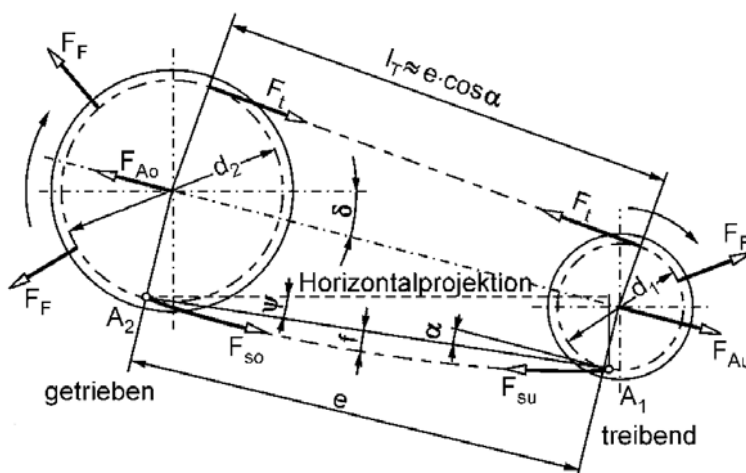


Abb. 1.1 Kettengetriebe

Gesucht

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> a) Zu übertragende Leistung P b) Zähnezahlen der Kettenräder z_1, z_2 c) Kettentyp und Teilung d) Teilkreisdurchmesser der Kettenräder d_1, d_2 e) Gliederzahl der Kette f) Länge der Kette g) Tatsächlicher Wellenabstand | <ul style="list-style-type: none"> h) Nachweis der übertragbaren Leistung i) Nutzkraft F_t j) Stützzugkräfte F_s k) Fliehzugkraft F_f l) Gesamtzugkraft in der Kette m) Wellenbelastungen |
|---|--|

Gegeben

Drehmoment $M_2 = 800 \text{ Nm}$
 Abtriebsdrehzahl $n_2 = 60 \text{ U/min}$
 Lebensdauer $L_h = 20000 \text{ h}$
 Betriebsfaktor $C_B = 1.4$
 Antriebsdrehzahl $n_1 = 150 \text{ U/min}$

Wellenabstand $e \approx 900 \text{ mm}$
 Neigungswinkel Verbindungslinie Wellenmitten $\delta = 40^\circ$
 relativer Durchhang des Leertrums 2%
 Gewünschte Lebensdauer 20'000h
 Schmierungsfaktor (staubfrei, ausreichende Schm.): $f_s = 0.9$

	05B	06B	08B	10B	12B	16B	20B	24B	28B	32B	40B	48B
-1	0.18	0.41	0.70	0.95	1.25	2.7	3.6	6.7	8.3	10.5	16	25
-2	0.36	0.78	1.35	1.8	2.5	5.4	7.2	13.5	16.8	21	32	50
-3	0.54	1.18	2.0	2.8	3.8	8	11	21	25	32	48	75

Tab. 1.1 Kettengewicht in kg/m nach DIN8187.1 abh. von Ketten-Nr., Einfach-, Zweifach-, Dreifach-Ketten

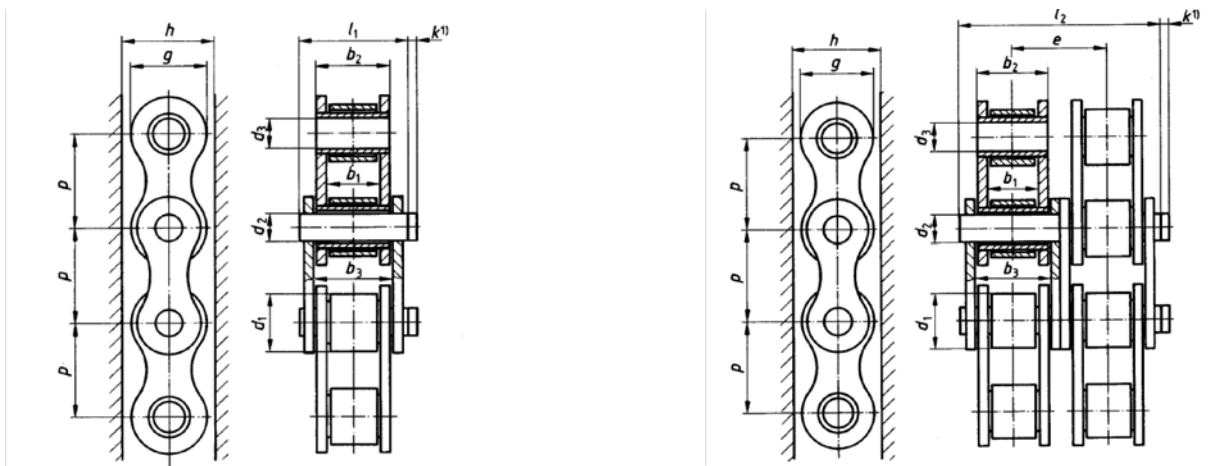


Abb. 1.2 Links: Einfach-Rollenkette DIN 8187-10B-1; rechts: Zweifachrollenkette DIN 8187-10B-2

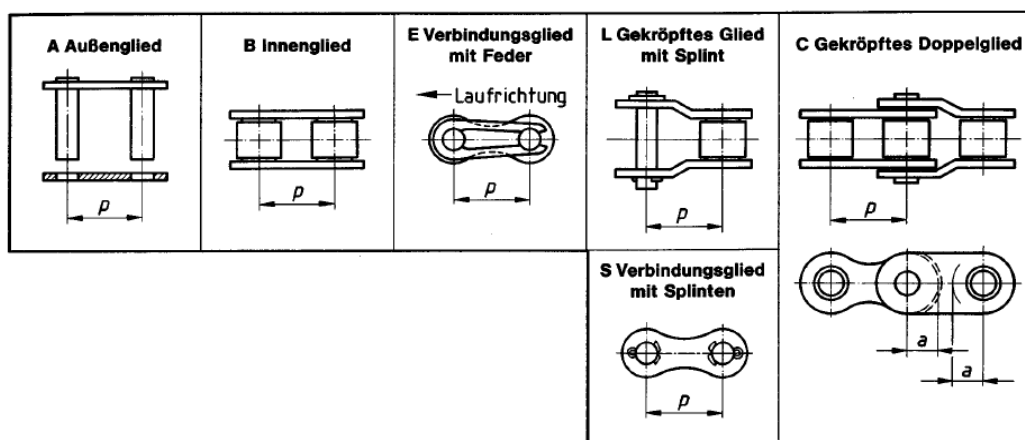


Abb. 1.3 Verbindungsglieder für den Zusammenbau nach DIN 8187

Lösung

a) Zu übertragende Leistung P: Aus den Angaben für Drehmoment und Drehzahl folgt

$$P = M \cdot \omega = M \cdot n \cdot \frac{2\pi}{60} = 800 \cdot 60 \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \text{Nm} \cdot \frac{1}{\text{min}} \cdot \frac{\text{min}}{\text{s}} = 5026.5 \text{ W} \quad (1)$$

b) Zähnezahlen

$$\text{Gewünschte Übersetzung: } i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{150}{60} = 2.5 \quad (2)$$

$$\text{Empfohlen: } 17 \leq z \leq 117 \quad (3)$$

z_1	$z_1 \cdot i = z_1 \cdot 2.5$
17	42.5
18	45
19	47.5

Tab. 1.2

Wahl Zähnezahlen $z_1 = 18$; $z_2 = 45$

c) Auswahl der Kette

$$\text{Zähnezahlfaktor } f_z = \left(\frac{25}{z_1}\right)^{1.12} = 1.445 \quad (4)$$

Kettenartfaktor: Es wird eine Einfachkette angenommen; Anpassung, wenn sie nicht genügt, $f_K=1$.

$$\text{Vorläufige Diagrammleistung } P_D' = \frac{P \cdot C_B \cdot f_z}{f_K} = \frac{5026.5 \cdot 1.4 \cdot 1.445}{1} = 10169 \text{ W} \quad (5)$$

Mit diesem Wert für $n_1=150$ U/min aus dem Diagramm Skript. Abb 9.28:

- Rollenkette DIN 8187-20B-1,
- Teilung $p=31.75$ mm (= t in Legende zu Gl.9.88)

d) Teilkreisdurchmesser der Kettenräder

Mit Gl. 9.74 und 9.80

$$d_1 = \frac{p}{\sin \alpha} = \frac{p}{\sin \frac{\pi}{z_1}} = \frac{31.75}{\sin \frac{3.14159}{18}} \text{ oder } = \frac{31.75}{\sin \frac{180}{18}} = 182.8 \text{ mm} \quad (6)$$

$$d_2 = \frac{p}{\sin \alpha} = \frac{p}{\sin \frac{\pi}{z_2}} = \frac{31.75}{\sin \frac{3.14159}{45}} \text{ oder } = \frac{31.75}{\sin \frac{180}{45}} = 455.2 \text{ mm} \quad (7)$$

e) Kettengliederzahl: Aus dem gewünschten Wellenabstand e' :

$$X' = 2 \cdot \frac{e'}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{p}{e'} \cdot \left(\frac{z_2 - z_1}{2 \cdot \pi} \right)^2 = 2 \cdot \frac{900}{31.75} + \frac{18 + 45}{2} + \frac{31.75}{900} \cdot \left(\frac{45 - 18}{2 \cdot 3.14159} \right)^2 = 88.84 \quad (8)$$

Gewählte Kettengliederzahl: $X = 88$ (9)

(Gerade Anzahl erwünscht, da sonst ein gekröpftes Kettenglied eingesetzt werden muss, was die Kette schwächt).

f) Kettenlänge

$$L_K = X \cdot p = 88 \cdot 31.75 = 2794 \text{ mm} \quad (10)$$

g) Tatsächlicher Wellenabstand e

$$\text{Hilfsvariablen: } q_1 = \frac{p}{4} \cdot \left(X - \frac{z_1 + z_2}{2} \right) = \frac{31.75}{4} \cdot \left(88 - \frac{18 + 45}{2} \right) = 448.47 \text{ mm} \quad (11)$$

$$q_2 = \frac{1}{8} \cdot \left[\frac{p}{\pi} \cdot (z_2 - z_1) \right]^2 = \frac{1}{8} \cdot \left[\frac{31.75}{3.14159} \cdot (45 - 18) \right]^2 = 9307 \text{ mm}^2 \quad (12)$$

$$\text{Tatsächlicher Wellenabstand: } e = q_1 + \sqrt{q_2} = 448.47 + \sqrt{9307} = 886.44 \text{ mm} \quad (13)$$

Der Wellenabstand ist um 13.56 mm, d.h. um 1.5% kürzer als erwünscht.

h) Nachweis der übertragbaren Leistung: Diagrammleistung mit den gewonnenen Daten

$$\text{Wellenabstandsfaktor } f_e = 0.45 \cdot \left(\frac{e}{p} \right)^{0.215} = 0.45 \cdot \left(\frac{886.44}{31.75} \right)^{0.215} = 0.9206 \quad (14)$$

Kettenformfaktor $f_F = 1$ da keine gekröpften Glieder

$$\text{Kettenradzahlfaktor: } f_n = 0.9^{(n-2)} = 0.9^{(2-2)} = 1 \quad (15)$$

$$\text{Lebensdauerfaktor: } f_L = \left(\frac{15000}{L_h} \right)^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{15000 \text{ h}}{20000 \text{ h}} \right)^{\frac{1}{3}} = 0.90856 \quad (16)$$

$$\text{Massgebende Diagrammleistung } P_D = \frac{P_D'}{f_e \cdot f_F \cdot f_n \cdot f_L \cdot f_S} = \frac{10169}{0.9206 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.90856 \cdot 0.9} = 13509 \text{ W} \quad (17)$$

$$\text{Aus Diagramm Abb. 9.28 liest man für } n_1 = 150 \text{ U/min. und Kette 20B: } P_{D\max} = 17 \text{ kW} \quad (18)$$

$$\text{Die geforderte Leistung kann innerhalb der geforderten Limiten übertragen werden: } 13.5 \text{ kW} < 17 \text{ kW} \quad (19)$$

i) Nutzkraft aus Leistung und Kettengeschwindigkeit:

$$\text{Kettengeschwindigkeit } v_K = d_1 \cdot \pi \cdot n_1 = \frac{182.8 \text{ mm} \cdot 3.14159 \cdot 150 \frac{\text{U}}{\text{min}}}{60 \frac{\text{s}}{\text{min}}} = 1.436 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (20)$$

$$\text{Nutzkraft (Tangentialkraft)} F_t = \frac{P}{v_K} = \frac{5026.5 \text{ N} \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1.436 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 3500 \text{ N} \quad (21)$$

j) Stützzugkräfte:

Trumneigungswinkel gegenüber Achsenverbindungsline:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{d_2 - d_1}{2 \cdot e}\right) = \arctan\left(\frac{455.2 - 182.8}{2 \cdot 886.44}\right) = 8.735^\circ \quad (22)$$

$$\text{Neigungswinkel der Leertrumsehne } \psi = \delta - \alpha = 40 - 8.735 = 31.265^\circ \quad (23)$$

damit und mit dem spezifischen Durchhang des Leertrums $f_{\text{rel}} = 2\%$ folgt aus Abb. 9.29 die

$$\text{spezifische Stützzugkraft } \xi = \frac{F_S}{F_G} = 5.5 \quad (24)$$

$$\text{Trumlänge } l_T = e \cdot \cos \alpha = 886.44 \text{ mm} \cdot \cos 8.735^\circ = 876.16 \text{ mm} \quad (25)$$

$$\text{Gewichtskraft } F_G \text{ Leertrum } F_G = m' \cdot g \cdot l_T = 3.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0.87616 \text{ m} = 30.94 \text{ N} \quad (26)$$

Stützzugkraft oben/unten

$$F_{S_o} = F_G \cdot (\xi + \sin \psi) = 30.94 \cdot (5.5 + \sin 31.265^\circ) = 186.2 \text{ N} \quad (27)$$

$$F_{S_u} = F_G \cdot \xi = 30.94 \cdot 5.5 = 170.2 \text{ N} \quad (28)$$

$$\text{k) Fliehzugkraft } F_f = m' \cdot v_K^2 = 3.6 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 1.436 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) = 5.17 \text{ N} \quad (29)$$

l) Gesamtzugkraft der Kette

$$F_{\text{ges}} = F_t \cdot C_B + F_f + F_{S_o} = 3500 \cdot 1.4 + 5.17 + 186.2 = 5091 \text{ N} \quad (30)$$

$$\text{m) Wellenbelastung im Betrieb mit } \cos \beta_k = \cos \beta_g \quad (31)$$

$$\beta_k = 180 - 2 \cdot \alpha = 180 - 2 \cdot 8.735 = 162.53^\circ \quad (32)$$

$$F_{W_o'} = F_t \cdot C_B + (F_{S_o} - F_f) \cdot \sqrt{2 \cdot (1 - \cos \beta_k)} \quad (33)$$

$$F_{W_o'} = 3500 \cdot 1.4 + (186.2 - 5.17) \cdot \sqrt{2 \cdot (1 - \cos 162.53^\circ)} = 5258 \text{ N} \quad (34)$$

$$\text{analog für die untere Welle} \quad (35)$$

$$F_{W_o'} = 3500 \cdot 1.4 + (170.2 - 5.17) \cdot \sqrt{2 \cdot (1 - \cos 162.53^\circ)} = 5226 \text{ N} \quad (36)$$

